

63218



EPA/52761-71261

①

REC'D 14 D.

WIPO

# BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

22 11 2004

REC'D 14 DEC 2004

WIPO

PCT

## COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 08 NOV. 2004

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Martine PLANCHE

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

SIEGE  
26 bis, rue de Saint-Petersbourg  
75800 PARIS cedex 08  
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04  
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23  
www.inpi.fr

**BEST AVAILABLE COPY**



26 bis, rue de Saint Pétersbourg - 75800 Paris Cedex 08

Pour vous informer : INPI DIRECT

☎ N° Indigo 0 825 83 85 87  
0,15 € TTC/min

Télécopie : 33 (0)1 53 04 52 65

Réservé à l'INPI

# BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11354\*03

## REQUÊTE EN DÉLIVRANCE page 1/2

BR1

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 @ W / 030103

<b>REMISE DES PIÈCES</b> DATE <b>4 NOV 2003</b> LIEU <b>75 INPI PARIS 34 SP</b> N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI <b>0312930</b> <b>0 4 NOV. 2003</b>		<b>NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE</b>  Jacques BEYLOT THALES Intellectual Property 31/33 Avenue Aristide Briand 94117 ARCUEIL Cedex	
<b>Vos références pour ce dossier</b> (facultatif) 63 218			
<b>Confirmation d'un dépôt par télécopie</b>		<input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie	
<b>2 NATURE DE LA DEMANDE</b>		<b>Cochez l'une des 4 cases suivantes</b>	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale		N° _____ Date _____	
ou demande de certificat d'utilité initiale		N° _____ Date _____	
Transformation d'une demande de brevet européen		<input type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale		N° _____ Date _____	
<b>3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)</b>  PROCEDE DE SUIVI DU DEROULEMENT DU PLAN DE VOL D'UN AERONEF COOPERATIF			
<b>4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE</b>		Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ Pays ou organisation _____ N° _____ <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
<b>5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)</b>		<input type="checkbox"/> Personne morale <input type="checkbox"/> Personne physique	
Nom ou dénomination sociale		THALES	
Prénoms			
Forme juridique		Société Anonyme	
N° SIREN		15 15 21 01 59 01 21 41	
Code APE-NAF		11 11 11	
Domicile ou siège	Rue	45 rue de Villiers	
	Code postal et ville	19 12 12 01 01 NEUILLY/SUR/SEINE	
	Pays	FRANCE	
Nationalité		Française	
N° de téléphone (facultatif)		N° de télécopie (facultatif)	
Adresse électronique (facultatif)			
<input type="checkbox"/> S'il y a plus d'un demandeur, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»			

Remplir impérativement la 2<sup>ème</sup> page

**BREVET D'INVENTION  
CERTIFICAT D'UTILITÉ**

**REQUÊTE EN DÉLIVRANCE**  
page 2/2

**BR2**

REMISE DES PIÈCES DATE <b>4 NOV 2003</b> LIEU <b>75 INPI PARIS 34 SP</b> N° D'ENREGISTREMENT <b>0312930</b> NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		Réservé à l'INPI	DB 540 W / 210502
<b>6 MANDATAIRE (s'il y a lieu)</b>		<b>Les inventeurs sont nécessairement des personnes physiques</b>	
Nom	BEYLOT		
Prénom	Jacques		
Cabinet ou Société	THALES		
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel	8325		
Adresse	Rue	31/33 Avenue Aristide Briand	
	Code postal et ville	941117 ARCUEIL Cedex	
	Pays	FRANCE	
N° de téléphone (facultatif)	01 41 48 45 67		
N° de télécopie (facultatif)	01 41 48 45 01		
Adresse électronique (facultatif)			
<b>7 INVENTEUR(S)</b>		<b>Les inventeurs sont nécessairement des personnes physiques</b>	
Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)	
<b>8 RAPPORT DE RECHERCHE</b>		<b>Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)</b>	
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Paiement échelonné de la redevance (en deux versements)		<b>Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt</b> <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non	
<b>9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES</b>		<b>Uniquement pour les personnes physiques</b> <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Obtenue antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence) : AG [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]	
<b>10 SÉQUENCES DE NUCLEOTIDES ET/OU D'ACIDES AMINÉS</b>		<input type="checkbox"/> Cochez la case si la description contient une liste de séquences	
Le support électronique de données est joint		<input type="checkbox"/>	
La déclaration de conformité de la liste de séquences sur support papier avec le support électronique de données est jointe		<input type="checkbox"/>	
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes			
<b>11 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)</b>  Jacques BEYLOT		<b>VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI</b>  M. ROCHET	

## **PROCEDE DE SUIVI DU DEROULEMENT DU PLAN DE VOL D'UN AERONEF COOPERATIF**

La présente invention concerne le suivi, par une autorité de contrôle, du déroulement du plan de vol d'un aéronef pourvu d'un calculateur de gestion du vol FMS (« Flight Management System » en anglo-saxon) et relié par un système de transmission de données à l'autorité de contrôle. Elle intéresse notamment la gestion du trafic aérien au moyen du système ATM (« Air Traffic Management system » en anglo-saxon).

Les autorités de contrôle du trafic aérien organisent la circulation aérienne dans les volumes aériens placés sous leur contrôle à partir de plans de vol 4D, qui leur sont soumis à l'avance par les équipages des aéronefs. Elles vérifient que les différents plans de vol soumis sont compatibles avec la sécurité des différents acteurs avant de les approuver puis surveillent, lors de leurs déroulements, les écarts des aéronefs par rapport aux positions prévues et donnent des consignes de déroutement lorsque ces écarts tendent à des rapprochements entre aéronefs menaçant leur sécurité.

Un plan de vol 4D définit un squelette de trajectoire 3D (latitude longitude, altitude) associé à une chronologie de parcours au moyen d'un enchaînement de points de passage WP (« WayPoint » en anglo-saxon) qui sont placés, sur le trajet de l'aéronef, aux endroits de changement de contraintes de vol et qui sont associés individuellement à diverses contraintes locales de vol : contraintes d'altitude, de vitesse, de cap de capture, de cap d'échappement, de vitesse sol, de vitesse verticale, de date de passage, etc.. L'enchaînement des points de passage WP définit la projection latérale de la route envisagée. Les contraintes locales de vol déterminent la projection verticale de la route envisagée et la chronologie de parcours. Le suivi d'un plan de vol par un aéronef consiste à rallier les points de passage WP dans l'ordre de leur enchaînement en parcourant entre deux points de passage WP successifs un segment de droite (« Legs » en anglo-saxon), en fait un segment de grand arc de cercle terrestre, tout en respectant les contraintes locales associées aux points de passage WP délimitant les extrémités du segment.

L'équipage ou le calculateur de gestion du vol FMS d'un aéronef détermine la trajectoire 3D effectivement suivie par l'aéronef en se basant sur le squelette de trajectoire 3D du plan de vol et de la chronologie de

parcours précisés dans le plan de vol, et en tenant compte des capacités de manœuvre de l'aéronef et d'un degré de confort désiré. La prise en compte des capacités de manœuvre de l'aéronef et du confort désiré se traduit par l'introduction, dans la trajectoire 3D effectivement suivie par l'aéronef de transitions adoucies entre les segments de droite du squelette de trajectoire 3D du plan de vol. Ces transitions adoucies entraînent des changements de contraintes de vol en des points de passage spécifiques dits pseudo-points de passage PWP qui ne sont pas mentionnés dans le plan de vol.

Les autorités de contrôle du trafic aérien utilisent les plans de vol qui leur sont soumis pour estimer les positions théoriques instantanées des aéronefs dans leurs volumes aériens et évaluer les risques de collision. L'évaluation des risques de collision se fait en attribuant à chaque aéronef, son propre corridor de protection (un volume en forme de tube placé autour de la position théorique à court terme de l'aéronef et orienté selon le vecteur vitesse théorique de l'aéronef) qui ne doit intercepter aucun autre corridor de protection. La largeur des corridors de protection tient compte des possibilités de transitions adoucies entre deux segments d'un plan de vol.

Pour l'appréciation des écarts entre les positions réelles et théoriques des aéronefs en vue d'un recentrage éventuel de leurs volumes de protection et de possibles commandes d'évitement pour résoudre des risques de collision nouvellement apparus, les autorités de contrôle du trafic aérien font appel à des moyens non-coopératifs de repérage des aéronefs tels que des radars primaires mais également à des moyens coopératifs permettant de demander aux aéronefs des informations sur leurs positions instantanées réelles tels que des transmissions en phonie avec les équipages, des radars secondaires interrogeant des répondeurs embarqués ou le système ATM en relation par transmission de données avec les calculateurs de gestion du vol des aéronefs.

Lorsque le système ATM est utilisé, le calculateur de gestion du vol FMS d'un aéronef fournit sur demande la position instantanée et le vecteur vitesse instantanée de l'aéronef ainsi que des prévisions de date, d'altitude et de vecteur vitesse de franchissement d'un prochain point de passage WP, ce qui permet aux autorités de contrôle du trafic aérien de recalculer la position d'un aéronef par rapport à son plan de vol pour le faire cadrer avec la situation réelle.

Compte-tenu des transitions adoucies agrémentant la trajectoire effectivement suivie, un aéronef ne passe pas nécessairement exactement au droit d'un point de passage mentionné dans son plan de vol si le survol du point de passage n'est pas obligatoire. Dans ce cas, l'instant de franchissement d'un point de passage est assimilé à l'instant de passage au plus près.

La présente invention a pour but d'améliorer la précision avec laquelle une autorité de contrôle de trafic aérien appréhende les positions et les trajectoires à court terme des aéronefs en lui permettant de tenir compte des transitions adoucies agrémentant les trajectoires effectives des aéronefs entre les segments consécutifs de leurs plans de vol. Grâce à cette précision accrue, l'autorité de contrôle peut soit améliorer à trafic constant les distances effectives de séparation entre les aéronefs évoluant dans son espace, soit augmenter la densité du trafic pour des distances effectives de séparation entre aéronefs inchangées.

Elle a pour objet un procédé de suivi du déroulement d'un plan de vol d'un aéronef coopératif pourvu d'un calculateur de gestion du vol FMS relié par une liaison de transmission de données à une autorité de contrôle. Le plan de vol connu de l'autorité de contrôle est constitué d'un enchaînement de points de passage WP associés à des contraintes locales de vol définissant un squelette de trajectoire à suivre et une chronologie de parcours à respecter. L'autorité de contrôle se sert du plan de vol pour estimer la position instantanée de l'aéronef. Le calculateur de gestion du vol FMS construit, à partir du squelette de trajectoire et de la chronologie de parcours précisés dans le plan de vol, une trajectoire effective avec des transitions latérales et verticales adoucies, dimensionnées pour tenir compte des capacités de manœuvre de l'aéronef et d'une consigne de confort, et repérées au moyen de pseudo-points de passage PWP associés à des contraintes locales de vol, la position d'un pseudo-point de passage PWP marquant le début d'une transition et les contraintes locales de vol associées définissant les propriétés de la transition. Ce procédé est remarquable en ce que le calculateur de gestion du vol FMS de l'aéronef calcule les emplacements des projections des pseudo-points de passage PWP sur le

squelette de trajectoire précisé dans le plan de vol et les communique par la liaison de transmission de données à l'autorité de contrôle qui les utilise pour améliorer son estimation de la position instantanée de l'aéronef le long de son plan de vol, et ainsi mieux assurer sa mission d'espacement et séparation des traffics.

Avantageusement, le calculateur de gestion du vol FMS de l'aéronef projette les pseudo-points de passage PWP sur le squelette de trajectoire du plan de vol en conservant les distances, la distance à un point de passage WP de la projection d'un pseudo-point de passage PWP étant égale à celle séparant le pseudo-point de passage PWP projeté du point de la trajectoire effective de l'aéronef le plus proche du point de passage considéré.

Avantageusement, le calculateur de gestion du vol FMS de l'aéronef projette les pseudo-points de passage PWP sur le squelette de trajectoire du plan de vol en conservant les distances mesurées en unité de longueur, la distance à un point de passage WP de la projection d'un pseudo-point de passage PWP étant égale à celle séparant le pseudo-point de passage PWP projeté, du point de la trajectoire effective de l'aéronef le plus proche du point de passage considéré.

Avantageusement, le calculateur de gestion du vol FMS de l'aéronef projette les pseudo-points de passage PWP sur le squelette de trajectoire du plan de vol en conservant équivalentes, les distances mesurées en temps de parcours, le temps du parcours d'un point de passage WP à la projection d'un pseudo-point de passage PWP étant pris égal au temps du parcours du pseudo-point de passage PWP projeté, au point de la trajectoire effective de l'aéronef le plus proche du point de passage considéré.

Avantageusement, le calculateur de gestion du vol FMS de l'aéronef communique à l'autorité de contrôle, avec les emplacements des projections des pseudo-points de passage PWP sur le squelette de trajectoire précisé dans le plan de vol, des indications sur la nature et

l'ampleur des changements de consigne locale de vol associées aux pseudo-points de passage PWP projetés.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description d'un mode de réalisation donné à titre d'exemple. Cette description sera faite en regard du dessin dans lequel :

- une figure 1 montre un exemple d'architecture d'un système aéronef-sol convenant à la mise en œuvre de l'invention, et

- une figure 2 est un diagramme montrant une trajectoire réellement suivie à transitions adoucies et la portion de plan de vol correspondante, avec les positions sur la trajectoire réelle considérées comme franchissement des points de passage WP et les positions sur le plan de vol communiquées au contrôle sol comme pseudo-point de passage PWP.

Le système aéronef-sol de contrôle de trafic aérien représenté à la figure 1 comporte une station sol de contrôle du trafic aérien 2 en liaison radioélectrique avec les calculateurs de gestion du vol FMS 30 des aéronefs 1 circulant dans le volume aérien placé sous sa responsabilité.

Le calculateur de gestion du vol FMS 30 est un équipement embarqué de pilotage qui agit sur le comportement d'un aéronef 1, par l'intermédiaire d'un pilote automatique et/ou directeur de vol FD/PA 20 et d'équipements de commande de vol 11.

Brièvement, un aéronef est piloté en jouant sur les orientations de surfaces aérodynamiques mobiles (gouvernes, volets, etc.) et sur le régime du ou des moteurs de propulsion. Il dispose pour cela d'un premier niveau indispensable d'équipements de pilotage constitué d'actionneurs 10 orientant les surfaces mobiles et ajustant la poussée des moteurs et d'équipements de commande de vol 11 (manche, palonniers, manettes, etc.) qui élaborent des consignes de position pour les actionneurs 10 et qui sont manipulés directement ou indirectement par l'équipage de l'aéronef. A ce premier niveau d'équipements indispensables pour le pilotage s'ajoute un deuxième niveau d'équipements de pilotage constitué par le directeur de vol / pilote automatique FD/AP20 (« Flight Director / automatic Pilot » en anglo-saxon) dont la fonction est de faciliter la tâche de l'équipage en automatisant le suivi de consignes de vol telles que des consignes de cap, d'altitude, de vitesse



sol, de vitesse verticale, etc. Le directeur de vol /pilote automatique FD/AP 20 fonctionne selon deux modes principaux : un mode dit « directeur de vol » où il indique au pilote, par l'intermédiaire d'écrans de visualisation EFIS 52 (« Electronic Flight Instrument System » en anglo-saxon) les ordres à donner aux commandes de vol 11 pour le suivi d'une consigne de vol et un mode dit : « pilote automatique » où il agit directement sur les commandes de vol 11. Après ces premier et deuxième niveaux d'équipements de vol vient un troisième niveau constitué du calculateur de gestion du vol FMS 30 qui a pour fonction de faciliter, jusqu'à automatisation complète, les tâches de préparation et de suivi d'un plan de vol.

Le calculateur de gestion du vol FMS 30 et le directeur de vol /pilote automatique FD/AP 20 sont paramétrables par l'équipage au moyen de deux interfaces homme-machine, l'une 50 dite MCDU (« Multipurpose Control Display Unit » en anglo-saxon) ressemblant à une calculette et permettant un paramétrage fouillé, et l'autre 51 dite FCU (" Flight Control Unit" en anglo-saxon) placée en bandeau à la base du pare-brise du cockpit et permettant un paramétrage succinct mais plus aisé que le MCDU 50. Ils exploitent avec les afficheurs EFIS 52, des informations de vol fournies par des capteurs de vol FS 40 (« flight sensors » en anglo-saxon) tel qu'un altimètre barométrique ou un radioaltimètre, une centrale inertielle ou un récepteur de positionnement par satellites, des sondes de vitesse air, etc..

En plus de ces équipements de pilotage, l'aéronef dispose d'équipements de radiocommunication AATNP 53 (« Airborne Aeronautical Telecommunication Network Part » en anglo-saxon) lui permettant d'utiliser le réseau de transmission numérique ATN pour des échanges d'informations avec le sol.

De son côté, la station sol de contrôle du trafic aérien 2 comporte un dispositif de gestion du trafic TM 60 (« Traffic Management » en anglo-saxon) associé à des équipements de radiocommunication GATNP 61 (« Ground Aeronautical Telecommunication Network Part » en anglo-saxon).

Lors d'une préparation de mission, l'équipage d'un aéronef choisit, pour se rendre de son point de départ à son point de destination, une trajectoire 3D avec des consignes et contraintes de vitesse qui induisent une chronologie de parcours. La trajectoire 3D avec sa chronologie de parcours

est construite à partir d'un squelette constitué d'un enchaînement de segments de grand arc de cercle terrestre reliant les points correspondant à des changements de consignes de vol dits points de passage WP. Les points de passage WP et les contraintes locales de vol qui leur sont associées constituent un document dénommé plan de vol destiné d'une part, aux autorités de contrôle du trafic aérien qui l'utilise pour estimer la position théorique de l'aéronef dans les volumes aériens surveillés et vérifier qu'il n'y a pas de risques de collision avec d'autres aéronefs et, d'autre part, à l'équipage et au calculateur de gestion du vol FMS de l'aéronef qui l'utilisent pour déterminer la trajectoire et la chronologie de parcours effectivement suivies par l'aéronef.

En vue de permettre à la station de contrôle du trafic aérien 2 d'améliorer son estimation de la position de l'aéronef faite à partir du squelette de trajectoire 3D et de la chronologie de parcours précisés dans le plan de vol, le calculateur de gestion du vol FMS 30 d'un aéronef 1 lui fournit, par l'intermédiaire du réseau aéronautique de télécommunication ATN du système ATM (équipements AATNP et GATNP figure 1), des informations sur le déroulement réel du plan de vol telles que la date prévue pour le franchissement d'un prochain point de passage, date d'acquisition d'une altitude donnée, etc..

Les informations sur le déroulement réel du plan de vol communiquées par le calculateur de gestion du vol FMS d'un aéronef à une station de contrôle du trafic aérien dans le nouveau système ATM sont cependant assez restreintes et ne permettent pas au contrôle aérien de tenir compte avec précision des adoucissements de transition entre des segments du plan de vol effectués par un calculateur de gestion du vol FMS en vue de tenir compte des capacités de manœuvre de l'aéronef et de garantir un certain degré de confort aux passagers de l'aéronef. On se propose d'améliorer l'information d'une station de contrôle du trafic aérien sur le déroulement réel d'un plan de vol en ajoutant aux informations déjà communiquées par le calculateur de gestion du vol FMS d'un aéronef, des informations supplémentaires concernant les adoucissements de transition pratiqués, qui soient faciles à exploiter à partir du plan de vol.

La figure 2 illustre, en projection latérale, une portion de plan de vol  $LT_{FP}$  constituée de quatre points de passage consécutifs  $WPI-2$ ,  $WPI-1$ ,

W<sub>Pi</sub> et W<sub>Pi+1</sub> avec, pour le dernier un cap d'échappement imposé par exemple, parce qu'il marque une entrée de piste d'atterrissage. Entre et autour de ces quatre points de passage consécutifs W<sub>Pi-2</sub>, W<sub>Pi-1</sub>, W<sub>Pi</sub> et W<sub>Pi+1</sub> s'enchaînent quatre segments rectilignes : un segment brisé 100 d'arrivée passant par le point de passage W<sub>Pi-2</sub> au point de passage W<sub>Pi-1</sub>, un premier segment intermédiaire 101 de ralliement s'étendant du point de passage W<sub>Pi-1</sub> au point de passage W<sub>Pi</sub>, un deuxième segment intermédiaire 102 de ralliement s'étendant du point de passage W<sub>Pi</sub> au point de passage W<sub>Pi+1</sub> et un segment 103 de sortie quittant le point de passage W<sub>Pi+1</sub>.

Compte tenu du faible écart de cap entre le segment d'arrivée 100 et le deuxième segment intermédiaire de ralliement 102, des forts écarts de cap du premier segment intermédiaire de ralliement 101 par rapport au segment d'arrivée 100 et au deuxième segment intermédiaire de ralliement 102, le calculateur de gestion du vol FMS choisit, pour l'aéronef, une trajectoire  $LT_{FMS}$  aux transitions adoucies, qui redresse l'enchaînement des segments 100, 101, 102 du plan de vol pour rester dans le domaine de manœuvrabilité de l'aéronef et respecter une consigne de confort tout en collant au mieux au plan de vol. De la même façon, le calculateur de gestion du vol FMS adoucit la transition au dernier point de passage W<sub>Pi+1</sub> pour la prise du cap d'échappement imposé.

Lorsqu'il élabore, à partir du plan de vol, la trajectoire  $LT_{FMS}$  à faire suivre l'aéronef, le calculateur de gestion du vol FMS place, sur cette trajectoire  $LT_{FMS}$ , des points particuliers  $PW_{Pi,j}$  affectés d'une double indexation, une indexation par un indice  $i$  repérant le segment rectiligne concerné et un indice  $j$  repérant leur ordre de succession sur le segment rectiligne concerné y compris les points de passage. Ces points particuliers  $PW_{Pi,j}$ , dits pseudo-points de passage qui repèrent des consignes locales de vol différentes de celles associées au point de passage lorsque le pseudo-point est confondu avec un point de passage ou des changements de consignes locales de vol correspondant à des débuts de manœuvre de transition entre segments, ne sont pas répertoriés dans le plan de vol contrairement aux points de passage W<sub>Pi-2</sub>, W<sub>Pi-1</sub>, W<sub>Pi</sub>, W<sub>Pi+1</sub>.

Sur le segment brisé d'arrivée 100, on distingue deux pseudo-points de passage  $PW_{Pi-2,2}$  et  $PW_{Pi-2,3}$ , marquant le début et la fin de la

manœuvre de changement de cap de l'aéronef pour passer de la consigne de cap associée au point de passage  $W_{Pi-2}$  à celle associée au point de passage  $W_{Pi-1}$ . Sur le premier segment intermédiaire de ralliement 101, on distingue deux autres pseudo-points de passage, le premier  $PW_{Pi-1,2}$  correspondant à un début de manœuvre de changement de cap de l'aéronef pour passer de la consigne de cap associée au point de passage  $W_{Pi-1}$  à celle associée au point de passage  $W_{Pi}$  et le deuxième  $PW_{Pi-1,3}$  correspondant à un début de descente en vue d'atteindre la consigne d'altitude associée au point de passage  $W_{Pi+1}$  supposé ici marquer une entrée de piste d'atterrissage. Sur le deuxième segment intermédiaire de ralliement 102, on distingue quatre autres pseudo-points de passage, le premier  $PW_{Pi,2}$  correspondant à une manœuvre de décélération préparant un atterrissage, le deuxième  $PW_{Pi,3}$  marquant la fin de la manœuvre de changement de cap effectuée par l'aéronef pour tenir la consigne de cap associée au point de passage  $W_{Pi}$ , le troisième  $PW_{Pi,4}$  marquant le début d'une manœuvre de changement de cap pour permettre le survol effectif du point de passage  $W_{Pi+1}$  avec le cap imposé et le cinquième  $PW_{Pi,5}$  marquant le début de la manœuvre de changement de cap permettant de respecter la consigne de cap associée au survol du point de passage  $W_{Pi+1}$ .

Lors du suivi de la trajectoire  $LT_{FMS}$  retenue pour l'aéronef, le calculateur de gestion du vol FMS veille à modifier les consignes locales de vol aux franchissements par l'aéronef de ces pseudo-points de passage  $PW_{Pi,j}$ .

Pour faciliter et améliorer le suivi, par une station sol de contrôle du trafic aérien, de la progression de l'aéronef le long de son plan de vol, il est prévu dans le système ATM que le calculateur de gestion du vol FMS communique à la station sol, par le réseau aéronautique de transmission numérique ATN, une prévision de date de franchissement du prochain point de passage  $W_{Pi-2}$ ,  $W_{Pi-1}$ ,  $W_{Pi}$  ou  $W_{Pi+1}$  à atteindre. Lorsque, du fait des possibilités d'adoucissement des transitions entre segments d'un plan de vol, l'aéronef prévoit de ne passer qu'à proximité d'un point de passage, son calculateur de vol assimile le franchissement d'un point de passage WP au franchissement du point de la trajectoire effectivement suivie par l'aéronef, considéré comme le plus proche du point de passage WP concerné. Ainsi, le calculateur de gestion du vol FMS donne comme prévision de date de

franchissement du point de passage  $W_{Pi}$ , la date prévue du passage de l'aéronef au point  $SW_{Pi}$  de sa trajectoire effective  $LT_{FMS}$ .

En plus de ces dates de franchissement de points de passage  $W_{Pi-2}$ ,  $W_{Pi-1}$ ,  $W_{Pi}$ ,  $W_{Pi+1}$ , le calculateur de gestion du vol FMS signale, à la station sol de contrôle du trafic aérien, les emplacements  $SPW_{Pi-1,3}$  ;  $SPW_{Pi,2}$  ;  $SPW_{Pi,5}$  des projections des pseudo-points de passage  $PW_{Pi-1,3}$  ;  $PW_{Pi,2}$  ;  $PW_{Pi,5}$  qu'il utilise, sur le squelette de trajectoire précisé dans le plan de vol. Lorsqu'il effectue ces projections, il conserve les distances en veillant à ce que la distance entre la projection d'un pseudo-point de passage PWP et un point de passage WP soit égale à celle séparant le pseudo-point de passage PWP projeté, du point de la trajectoire effective de l'aéronef le plus proche du point de passage WP considéré, cette conservation de distance pouvant avoir lieu en unité de longueur ou en unité de temps de parcours.

Les emplacements des projections  $SPW_{Pi,j}$  des pseudo-points de passage  $PW_{Pi,j}$  signalés à la station sol de contrôle du trafic aérien sont repérés par les distances, exprimées en unité de longueur ou en temps de parcours, qui les séparent du point de passage  $W_{Pi}$  qui les précède ou du point de passage  $W_{Pi+1}$  qui les suit.

La connaissance des emplacements des projections, sur le plan de vol, des pseudo-points de passage où l'aéronef entame des manœuvres de transition permet à une station sol de contrôle du trafic aérien d'estimer de manière plus précise la position instantanée d'un aéronef en dehors des moments où il effectue des manœuvres de transition entre deux segments du plan de vol et d'adopter des couloirs de protection de moindre largeur pour un même degré de sécurité.

Avantageusement, les informations données par le calculateur de gestion du vol FMS, sur les emplacements des projections, sur le plan de vol, des pseudo-points de passage sont complétées par des indications sur la nature et l'ampleur des changements de consigne locale de vol associées aux pseudo-points de passage projetés afin d'indiquer à la station sol de contrôle du trafic aérien la direction dans laquelle le couloir de protection associé à l'aéronef doit être déformé pour maintenir la sécurité à un même niveau. Les indications sur la nature des changements peuvent consister à signaler que l'emplacement indiqué est celui de la projection sur les

squelettes de trajectoires latérale et verticale du plan de vol d'un pseudo-point de passage correspondant à un début ou une fin de montée, un début ou une fin de descente, un changement de vitesse verticale, un virage, etc.. Les indications sur l'ampleur des changements peuvent consister sur le rayon de courbure d'un virage et son ouverture (changement de cap recherché), sur le taux de pente adopté en début de montée ou de descente, etc..

## REVENDEICATIONS

1. Procédé de suivi du déroulement d'un plan de vol d'un aéronef coopératif (1) pourvu d'un calculateur de gestion du vol (FMS 30) relié par une liaison de transmission de données (53, 61) à une autorité de contrôle (2), le plan de vol étant connu de l'autorité de contrôle (2) et constitué d'un enchaînement de points de passage ( $W_{Pi}$ ,  $W_{Pi+1}$ ) associés à des contraintes locales de vol définissant un squelette de trajectoire ( $LT_{FP}$ ) à suivre et une chronologie de parcours à respecter, l'autorité de contrôle (2) se servant du plan de vol pour estimer la position instantanée de l'aéronef (1), le calculateur de gestion du vol (FMS 30) construisant, à partir du squelette de trajectoire ( $LT_{FP}$ ) et de la chronologie de parcours précisés dans le plan de vol, une trajectoire ( $LT_{FMS}$ ) effective avec des transitions latérales et verticales adoucies, dimensionnées pour tenir compte des capacités de manœuvre de l'aéronef (2) et d'une consigne de confort, et repérées au moyen de pseudo-points de passage ( $PW_{Pi,j}$ ) associés à des contraintes locales de vol, la position d'un pseudo-point de passage ( $PW_{Pi,j}$ ) marquant le début d'une transition et les contraintes locales de vol associées définissant les propriétés de la transition, ledit procédé étant caractérisé en ce que le calculateur de gestion du vol (FMS 30) de l'aéronef (2) calcule les emplacements des projections ( $SPW_{Pi,j}$ ) des pseudo-points de passage ( $PW_{Pi,j}$ ) sur le squelette de trajectoire ( $LT_{FP}$ ) précisé dans le plan de vol et les communique par la liaison de transmission de données (53, 61) à l'autorité de contrôle (2) qui les utilise pour améliorer son estimation de la position instantanée de l'aéronef (2).

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le calculateur de gestion du vol (FMS 30) de l'aéronef (2) projette les pseudo-points de passage ( $PW_{Pi,j}$ ) sur le squelette de trajectoire ( $LT_{FP}$ ) du plan de vol en conservant les distances, la distance à un point de passage ( $W_{Pi}$ ) de la projection ( $SPW_{Pi,j}$ ) d'un pseudo-point de passage ( $PW_{Pi,j}$ ) étant égale à celle séparant le pseudo-point de passage ( $PW_{Pi,j}$ ) projeté du point ( $SW_{Pi}$ ) de la trajectoire ( $LT_{FMS}$ ) effective de l'aéronef (2) le plus proche du point de passage ( $W_{Pi}$ ) considéré.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que le calculateur de gestion du vol (FMS 30) de l'aéronef (2) projette les pseudo-points de passage ( $PW_{Pi,j}$ ) sur le squelette de trajectoire ( $LT_{FP}$ ) du plan de vol en conservant les distances mesurées en unité de longueur, la distance à un point de passage ( $W_{Pi}$ ) de la projection ( $SPW_{Pi,j}$ ) d'un pseudo-point de passage ( $PW_{Pi,j}$ ) étant égale à celle séparant le pseudo-point de passage ( $PW_{Pi,j}$ ) projeté du point ( $SW_{Pi}$ ) de la trajectoire ( $LT_{FMS}$ ) effective de l'aéronef (2) le plus proche du point de passage ( $W_{Pi}$ ) considéré.

4. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que le calculateur de gestion du vol (FMS 30) de l'aéronef (2) projette les pseudo-points de passage ( $PW_{Pi,j}$ ) sur le squelette de trajectoire ( $LT_{FP}$ ) du plan de vol en conservant équivalentes, les distances mesurées en temps de parcours, le temps de parcours d'un point de passage ( $W_{Pi}$ ) à la projection ( $SPW_{Pi,j}$ ) d'un pseudo-point de passage ( $PW_{Pi,j}$ ) étant pris égale au temps de parcours du pseudo-point de passage ( $PW_{Pi,j}$ ) projeté, au point ( $SW_{Pi}$ ) de la trajectoire ( $LT_{FMS}$ ) effective de l'aéronef (2) le plus proche du point de passage ( $W_{Pi}$ ) considéré.

5. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le calculateur de gestion du vol (FMS 30) de l'aéronef (2) communique à l'autorité de contrôle (1), avec les emplacements des projections ( $SPW_{Pi,j}$ ) des pseudo-points de passage ( $PW_{Pi,j}$ ) sur le squelette de trajectoire ( $LT_{FP}$ ) précisé dans le plan de vol, des indications sur la nature et l'ampleur des changements de consigne locale de vol associées aux pseudo-points de passage ( $PW_{Pi,j}$ ) projetés.



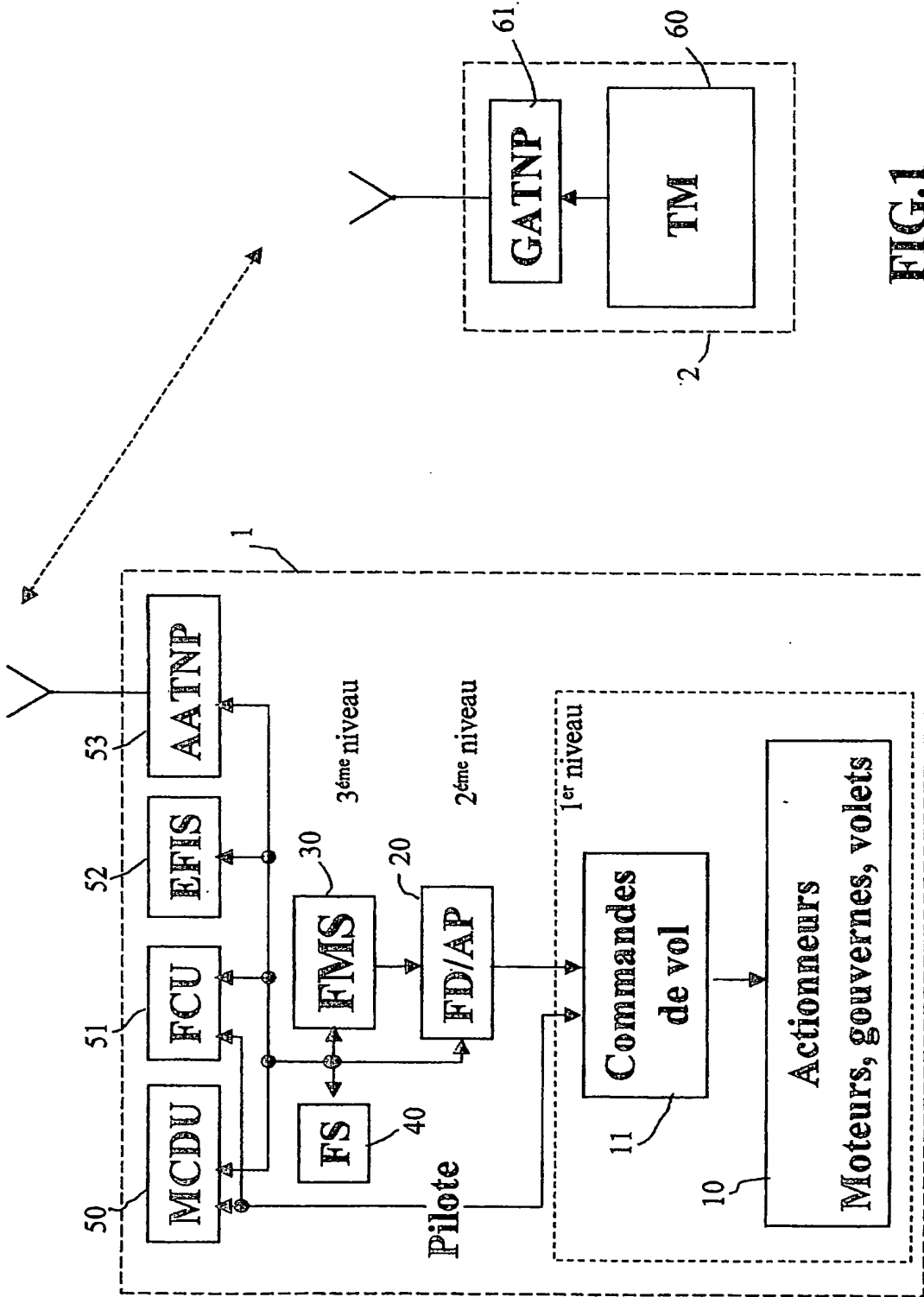
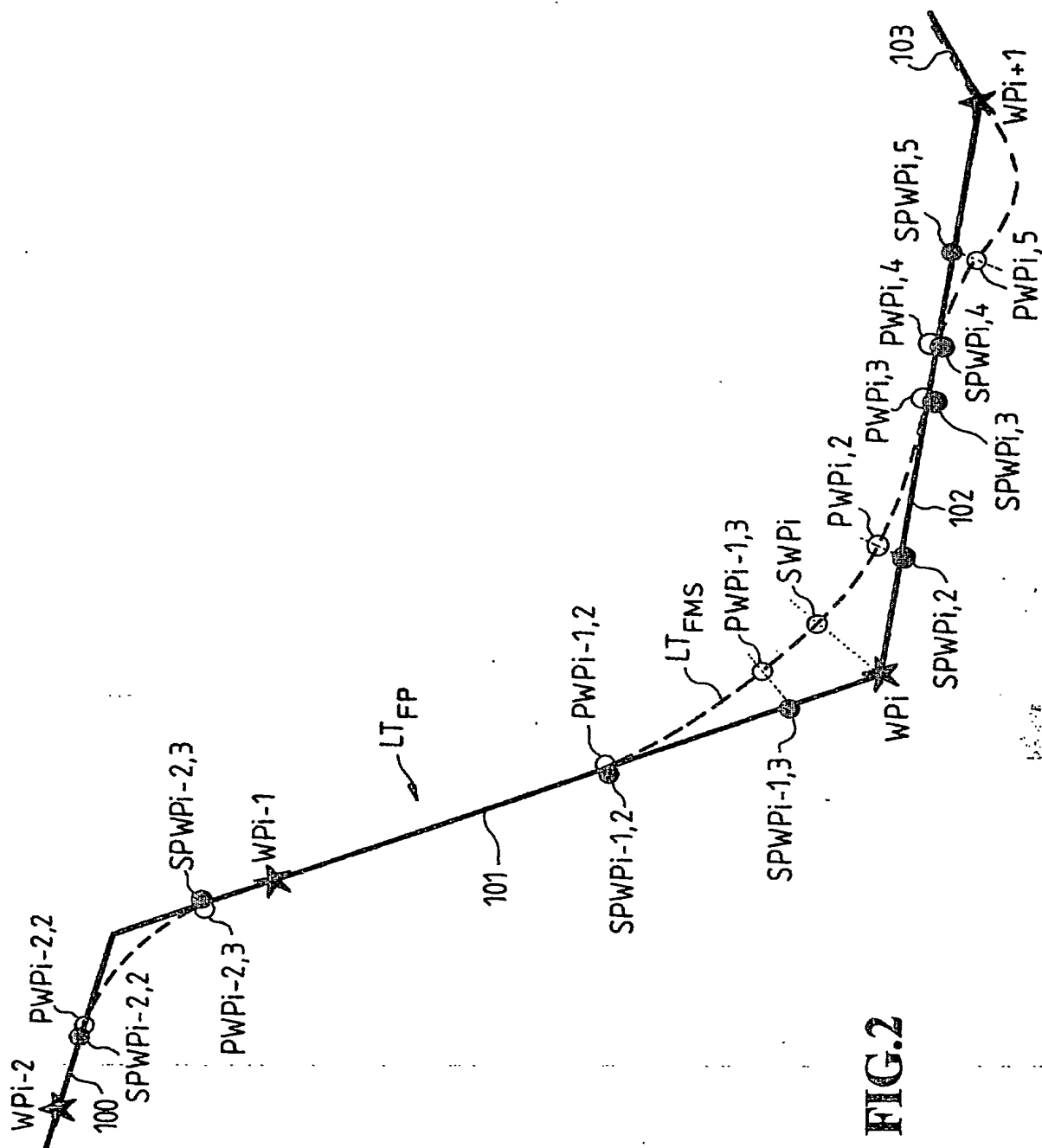


FIG.1





26 bis, rue de Saint Pétersbourg - 75800 Paris Cedex 08

Pour vous informer : INPI DIRECT

INPI Direct 0 825 83 85 87  
0,15 € TTC/min

Télécopie : 33 (0)1 53 04 52 65

# BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1.../1...

(À fournir dans le cas où les demandeurs et les inventeurs ne sont pas les mêmes personnes)



Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 © W / 210103

Vos références pour ce dossier (facultatif)		63 218
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		0312930
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)		
PROCÉDE DE SUIVI DU DÉROULEMENT DU PLAN DE VOL D'UN AÉRONEF COOPÉRATIF		
LE(S) DEMANDEUR(S) :		
THALES		
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :		
1 Nom		DEKER
Prénoms		Guy
Adresse	Rue	THALES Intellectual Property 31/33 Avenue Aristide Briand
	Code postal et ville	91411171 ARCUEIL Cedex
Société d'appartenance (facultatif)		
2 Nom		VANYPRE
Prénoms		Dominique
Adresse	Rue	THALES Intellectual Property 31/33 Avenue Aristide Briand
	Code postal et ville	91411171 ARCUEIL Cedex
Société d'appartenance (facultatif)		
3 Nom		
Prénoms		
Adresse	Rue	
	Code postal et ville	
Société d'appartenance (facultatif)		
S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez plusieurs formulaires. Indiquez en haut à droite le N° de la page suivi du nombre de pages.		
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		
Jacques BEYLOT		

**PCT/EP2004/052761**



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**